

Trabajo Fin de Grado

Gestión de residuos en pequeñas unidades de la Fuerza del Ejército de Tierra

Autor

Pedro García Martín

Directores

Directora Académica: Dra. Dña. Silvia Guillén Lambea
Director Militar: Tte. D. Gonzalo Antonio Gómez García

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2019-2020

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo realizar un mapeo de los residuos que producen las Unidades, Centros u Organismos (UCO's), y de concienciar a las Bases, Acuartelamientos y Establecimientos (BAE's) de las grandes cantidades que de estos se generan en y de cómo se gestionan las mismas. Asimismo, se ha estudiado el impacto que generan en el medio ambiente, y más concretamente, como afecta sobre el cambio climático.

La problemática actual a la que se enfrenta el Ejército de Tierra (ET) y la sociedad en conjunto, es el haber gestionado los residuos durante muchos años mediante una economía lineal, lo cual favorecía la explotación masiva de las materias primas sin obtener ningún tipo de aprovechamiento de los productos generados. Este modelo de gestión no es sostenible y ha sido el causante de muchos de los problemas ambientales que sufrimos hoy en día y, que supondrán un desafío en los años venideros. Entre estos problemas se encuentra la escasez de agua, la contaminación del aire, pérdida de flora y fauna y como no, el cambio climático. Para ello, desde el año 1997, la política medioambiental del Ministerio de Defensa se ha basado en el concepto de los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), entre los que se fomenta la producción y el consumo responsables, así como la acción sobre el cambio climático, y el paso a una economía circular de los recursos.

Mediante el estudio de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se emiten a la atmósfera debido a los residuos que se generan en las BAE,s, utilizando los kilogramos de CO₂ equivalentes como indicador, se podrá dejar constancia del impacto que genera en el medio ambiente la gestión de los residuos y, con ello, en el cambio climático; de modo que se puedan buscar soluciones eficientes, en cuanto a los datos obtenidos a medio/largo plazo y como línea futura que las UCO,s, sean capaces de calcular su huella de carbono completa, no solo la debida a los residuos, sino también a los transportes, al uso de energía, etc., a fin de poder cuantificarla y reducirla.

Abstract

This project has been carried out with the aim of mapping the waste produced by the Units, Centres or Organizations (UCOs), and to make the Bases, Quarters and Establishments (BAE's) aware of the large amounts of waste generated in them and how they are managed. Likewise, the impact they generate on the environment has been studied, and more specifically, how it affects climate change.

The current problem facing the Army (ET) and society as a whole is the fact that waste has been managed for many years by means of a linear economy, which favors the massive exploitation of raw materials without obtaining any type of use from the products generated. This management model is not sustainable and has been the cause of many of the environmental problems we suffer from today and which will be a challenge in the years to come. Among these problems are water shortages, air pollution, loss of flora and fauna and, of course, climate change. To this end, since 1997, the Ministry of Defence's environmental policy has been based on the concept of the Sustainable Development Goals (SDAs) established by the United Nations Organization (UNO), among which are the promotion of responsible production and consumption, as well as action on climate change, and the move towards a circular economy of resources.

By studying the Greenhouse Gas (GHG) emissions that are emitted into the atmosphere due to the waste generated in the BAE's, using the kilograms of CO₂ equivalent as an indicator, it will be possible to record the impact that waste management generates on the environment and, therefore, on climate change; so that efficient solutions can be sought, in terms of the data obtained in the medium/long term and as a future line that the OCUs are capable of calculating their complete carbon footprint, not only that due to waste, but also that due to transport, energy use, etc., in order to be able to quantify and reduce it.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer el apoyo recibido durante la realización de este trabajo a las siguientes personas:

A mi familia por el apoyo brindado no solo estos meses, sino desde el inicio de mi formación como futuro oficial.

A la Dra. Dña. Silvia Guillén Lambea por su constante apoyo y paciencia.

Al Batallón de Zapadores XVI por el productivo período de prácticas del que me permitieron disfrutar, contribuyendo a mi formación y a la realización de esta memoria, y en especial al Teniente Iván Alcobendas García y al Teniente Pablo Lusarreta Naranjo, con los que compartí la mayor parte del período de prácticas.

A los cuadros de mando del BZ XVI, a los suboficiales y personal de tropa tanto de la Compañía de Apoyo como de la 1ª Compañía de Zapadores.



Índice

Resumen	III
Abstract	IV
Agradecimientos	V
Índice	IX
Índice de figuras	X
Índice de tablas	X
Lista de Acrónimos.....	XI
1. Introducción.....	1
1.1. Alcance y ámbito de aplicación.	1
1.2. Objetivos del proyecto.	1
1.3. Metodología.	2
1.4. Estructura de la memoria.	2
2. Antecedentes y marco teórico.....	4
2.1. Evolución de la preocupación por el Medio Ambiente en el ET.	4
2.2. Gestión de residuos.	6
2.2.2. Gestión de los residuos en España.....	7
2.3. La gestión de residuos dentro del Ejército de Tierra.	9
2.3.1. Estructura de la gestión de residuos en el Ejército de Tierra.	10
2.3.2. Proceso operativo de las BAE´s para la gestión de residuos.	11
2.3.3. Medios e instalaciones del ET.....	12
2.4. Clasificación de los residuos en el ET.....	13
2.5. Impacto de los residuos.	15
2.5.1. Kilogramos de CO2 equivalentes.....	16
2.5.2. Índice GWP.....	16
2.5.3. La huella de carbono.	17
2.5.4. Factores de equivalencia.	18
3. Resultados del Estudio.	19
4. Medidas Correctivas planteadas.....	24
5. Conclusiones y líneas futuras.	28
5.1. Líneas futuras.	28
5.2. Conclusiones.	28
Referencias	30
ANEXOS	32
ANEXO A Relación de posibles RP´s que pueden generarse en una BAE.....	32
ANEXO B. Datos proporcionados por la AGM como apoyo para la realización de este trabajo.	34
ANEXO C: Etapas del compostaje y principales sistemas de compostaje.	38



Índice de figuras

<i>Ilustración 1. Objetivos del Desarrollo Sostenible planteados por la ONU. [1].....</i>	<i>5</i>
<i>Ilustración 2. Evolución del concepto de seguridad ambiental a lo largo del tiempo (*).</i>	<i>5</i>
<i>Ilustración 3. Evolución de la legislación relevante sobre gestión de residuos. Elaboración propia.</i>	<i>6</i>
<i>Ilustración 4. Previsión de la evolución de la generación de residuos.....</i>	<i>6</i>
<i>Ilustración 5. Residuos generados según el Instituto Nacional de estadística. [7]</i>	<i>7</i>
<i>Ilustración 6. Proceso de transición de una economía lineal a una economía circular.....</i>	<i>8</i>
<i>Ilustración 7. Niveles ambientales en la estructura de la gestión de residuos. [9]</i>	<i>11</i>
<i>Ilustración 8. Punto limpio perteneciente al Ejército de Tierra.</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 9. Ejemplos de identificación de residuos peligrosos en el BZXVI. Elaboración propia.</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 10. Cantidades de gases en el aire.</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 11. Proporción de gases que se emiten a la atmósfera en España. [15].....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 12. Kg de CO₂ en función de la masa del gas y el GWP. Elaboración propia.</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 13. Relación de los valores de GWP de CO₂, N₂O, CH₄. [17].....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 14. Representación gráfica de la huella de carbono</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 15. Residuos generados por la AGM. Años 2017 y 2018. Elaboración propia.</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 16. Impacto de los residuos generados en 2018 en la AGM en kilogramos de CO₂ equivalentes. Elaboración propia.</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 17. Residuos generados en el BZ XVI en los años 2018 y 2019. Elaboración propia.</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 18. Impacto ambiental de los residuos generados por el BZ XVI en 2019 en kilogramos de CO₂ equivalentes. Elaboración propia.</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 19. Extracto de la tabla resumen de emisiones GEI del Inventario Nacional de Emisiones.[15]</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 20. Localización de los vertederos ilegales en España con sentencia del Tribunal de Justicia de la UE por irregularidades. (*).....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 21. Emisiones de GEI por sector según el INE. [15].....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 22. Relación de CMT's y CENAD's en España junto a su área. Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Defensa.</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 23. Usos del plástico en porcentajes de acuerdo con estudios de la UE en 2015. [21]</i>	<i>26</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Residuos no peligrosos más producidos en las BAE,s. Elaboración propia en base a IT 10/13.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2. Factores de equivalencia de los residuos. Elaboración propia en base a datos del Gobierno de Canadá.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 3. Masa de residuos generados por la AGM en 2018. Elaboración propia.</i>	<i>20</i>



Lista de Acrónimos

AGM: Academia General Militar

BAE: Base, Acuartelamiento o Establecimiento

BZ XVI: Batallón de Zapadores XVI

CENAD: Centro Nacional de Adiestramiento

CMT: Campos de Maniobras y Tiro

CO₂: Dióxido de Carbono

CUD: Centro Universitario de la Defensa

DIAPER: Dirección de Asistencia al Personal

ET: Ejército de Tierra

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GWP: Global Warming Potential (Potencial de Calentamiento Global)

IPCC: International Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)

IT: Instrucción Técnica

MA: Medio Ambiente

NH₄: Metano

N₂O: Óxido de Nitrógeno

ODS: Objetivos del Desarrollo Sostenible

ONU: Organización de las Naciones Unidas

RNP: Residuos No Peligrosos

RP: Residuos Peligrosos

SUIGE: Subinspección General del Ejército

UCO: Unidad, Centro u Organismo



1. Introducción.

En esta memoria se va a desarrollar el Trabajo de Fin de Grado con título *Gestión de residuos en pequeñas unidades de la fuerza de Ejército de Tierra*, iniciado en el período de prácticas en el Batallón de Zapadores XVI (BZ XVI) ubicado en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife y finalizado en los meses posteriores.

1.1. Alcance y ámbito de aplicación.

En el presente siglo la labor tradicional del Ejército de Tierra (ET) de defender la integridad territorial del país y la paz de amenazas, tanto externas como internas, se ha ampliado a otras tareas como el socorro en situaciones de desastre y mantenimiento de la paz internacional.

Actualmente el planeta enfrenta peligros de destrucción y degradación del medio ambiente (MA) muy importantes que han llevado al ET a tomar parte en otro ámbito, la protección del medio ambiente ya que es evidente que el riesgo medioambiental (el cambio climático, la escasez de agua, pérdida de biodiversidad etc.) es uno de los grandes retos que afectan a nuestra seguridad.

Es por ello por lo que aparte de sus labores defensivas, el Ejército ha asumido un doble papel, por un lado, como parte de la sociedad española, cada vez más preocupada por el deterioro medioambiental, implicándose en la conservación de este patrimonio común y por otro lado como institución del Estado que debe hacer de sus acciones un ejemplo hacia una mejor gestión ambiental.

En la gestión medioambiental el Ejército de Tierra es una pieza clave debido a diversos motivos, por su función primaria de protección y defensa de España, por el gran número de personas que dependen de esta institución, por la gran cantidad de patrimonio tanto urbano como rural que gestiona y por el impacto que tienen sus actividades en sobre los espacios naturales.

1.2. Objetivos del proyecto.

El objetivo del trabajo es estudiar el modelo de gestión de residuos del Ejército de Tierra y realizar un mapeo de los residuos no peligrosos que generan las Bases, Acuartelamientos o Establecimientos (BAE's), de manera que, se pueda poner en contexto las cantidades de residuos que producen por tipos generales, a ser orgánicos, de papel/cartón, plásticos y vidrios principalmente.

Asimismo, se pretende estudiar el impacto generado por cada tipo de residuo, utilizando para ello el indicador kilogramos de dióxido de carbono (CO₂) equivalente por ser el gas de efecto invernadero que más se vierte a la atmósfera, a fin dejar constancia de la medida en la que contribuye cada tipo de residuo al calentamiento global, por ser este uno de los desafíos de nuestro tiempo.

Por último, se busca el poder dar a conocer esta información, de la cual no dispone la mayoría del personal de las Unidades, Centros u Organismos (UCO's) que hacen uso de las BAE's, a fin de mejorar la concienciación de todos los integrantes de las unidades y por consiguiente facilitar la implementación futura de medidas correctivas.



1.3. Metodología.

1. **Consulta de información general:** donde se ha recogido documentación en cuanto la situación ambiental que sufre España, la huella de carbono, conceptos generales sobre el MA, los distintos sistemas de gestión ambiental; consultas de estadísticas del Instituto Nacional de Estadística sobre producción de residuos, las cifras del reciclaje, análisis de las emisiones de CO₂ y sus factores explicativos en las distintas áreas del mundo, etc.
2. **Consulta de información específica.** con el objetivo de definir el proyecto en búsqueda del sistema actual de gestión de residuos, tanto fuera como dentro del ámbito militar; consulta de las normativas medioambientales que afectan particularmente a este trabajo; así como la consulta de distintas guías como herramientas de apoyo para el cálculo de la huella de carbono, para la elaboración de un plan de mejora para una organización determinada y para el cálculo de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y, por último, consulta sobre información específica a los responsables de las oficinas de medio ambiente del BZ XVI y la AGM a fin de establecer los requisitos y objetivos que deben cumplirse en este trabajo, realizándose entrevistas con el personal cualificado de las correspondientes BAE's.
3. **Estudio gestión de residuos en el ET.** De acuerdo con la normativa vigente aplicable en las Fuerzas Armadas y de forma que se pueda generar una visión general del proceso que lleva a cabo el ET y un mapeo de los residuos generados de modo que a la postre se facilite la comprensión de los resultados del trabajo.
4. **Estudio del impacto medioambiental de los residuos generados.** Se introducen los conceptos de kilogramos de CO₂ equivalentes, índice GWP y huella de carbono de manera que, posteriormente, se pueda calcular el impacto real que tienen los residuos sobre el medio ambiente y concretamente sobre el cambio climático.

1.4. Estructura de la memoria.

El presente proyecto consta de 5 apartados, al final del documento se agrupan los anexos referenciados a lo largo del desarrollo:

- **Capítulo 1 Introducción.** Apartado dedicado a exponer una idea general del desarrollo y la motivación del trabajo, definiendo también los objetivos y la metodología llevada a cabo para la obtención de los resultados.
- **Capítulo 2. Antecedentes y marco teórico.** En este capítulo se realiza una breve exposición de los precedentes del Ejército de Tierra, en cuanto al cuidado del medio ambiente para luego poner en contexto la gestión de residuos, tanto a nivel general, como a nivel Ejército de Tierra. También se procede a realizar la clasificación de los residuos y a introducir los conceptos necesarios para entender el impacto ambiental que generan los residuos en el cambio climático.
- **Capítulo 3 Resultados del estudio.** Este capítulo se dedica a obtener resultados medibles, de acuerdo con los indicadores introducidos en el capítulo previo, con el fin de poder explicar qué residuos generan mayores emisiones de GEI y cuales necesitan de una atención especial y/o particular por su alto factor de equivalencia.



- **Capítulo 4 Medidas correctivas planteadas.** Capítulo dedicado a exponer posibles medidas a ser adoptadas por las BAE's para reducir sus emisiones de GEI en función de los tipos de residuos mas importantes.
- **Capítulo 5 Conclusiones y líneas futuras.** En este capítulo se hacen una serie de reflexiones finales en base a los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, así como una proposición a llevar a cabo por el Ejército de Tierra a medio/largo plazo..



2. Antecedentes y marco teórico

En el presente apartado se expone primeramente como ha sido la transición en la preocupación del MA dentro del Ejército. Posteriormente, se desarrolla en que consiste la gestión de residuos en el ámbito nacional y consiguientemente, como se ejecuta la misma dentro de nuestras Fuerzas Armadas. Del mismo modo, se realiza la clasificación de dichos residuos dentro del ET, así como el impacto que estos tienen sobre el cambio climático y, por último, se introducen los parámetros como Kg de CO₂ equivalentes, GWP o la huella de carbono como conceptos para el cálculo de dicho impacto en el medio ambiente.

2.1. Evolución de la preocupación por el Medio Ambiente en el ET.

La preocupación medioambiental ha ido aumentando con el paso de los años y cada vez es mayor la conciencia y la responsabilidad adquirida por parte de los países debido a la gravedad de la situación actual.

En el caso del ET, siempre ha estado a la vanguardia en materia de preservación del MA, desde que inició a concienciarse en los años 80 hasta hoy en día, siendo uno de los organismos que desarrolla una labor eficaz y transparente en este ámbito. Su modelo de gestión está basado en el concepto de desarrollo sostenible¹, surgido en el siglo XXI y a este respecto, los objetivos del ET consisten en la concienciación y formación en cuanto a la importancia de preservar el medio natural, la lucha contra el cambio climático, así como la mejora de la calidad ambiental. Es por ello por lo que se ha especializado en gran medida al personal designado para realizar estos cometidos debido a su gran complejidad, a fin de que todas las Bases, Acuartelamientos y Establecimientos (BAE's) cumplan la legislación en cuanto al uso del agua, calidad de la atmósfera y el suelo, eficiencia energética y gestión de residuos.

Los mencionados Objetivos de Desarrollo Sostenible[1] propuestos por la Organización de las Naciones Unidas están aceptados por España, como país miembro de la misma y, dentro de este marco, el ET debe aspirar a favorecerlos en la mayor medida posible; centrándonos en este trabajo en los citados a continuación, dado que son en los que el ET puede intervenir de forma más directa.

- **ODS nº12.** “Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.”
- **ODS nº13.** “Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.”
- **ODS nº17.** “Fortalecer los medios de ejecución y reavivar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.”

¹ La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental. Fuente: <http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/PoliticaExteriorCooperacion/NacionesUnidas/Paginas/ObjetivosDeDesarrolloDelMilenio.aspx>



Ilustración 1. Objetivos del Desarrollo Sostenible planteados por la ONU. [1]

La evolución de la legislación medioambiental por parte del Ministerio de Defensa también ha ido evolucionando con los años comenzando en 1997 con la Directiva 107 / 1997[2] mediante la que se iniciaba la política ambiental basada en el desarrollo sostenible en las Fuerzas Armadas ampliándose posteriormente con la Instrucción 56 / 2011[3] y por último con la Instrucción 59 / 2014[4]. De igual manera, en la actualidad se aspira a que todas las Bases, Acuartelamientos y Establecimientos obtengan la certificación de la norma ISO 14001[5] de sistemas de gestión de los riesgos medioambientales, la cual obtuvo la Academia General Militar² el 20 de febrero de 2019. Esta aspiración se fundamenta en la voluntad del Ejército de Tierra de diferenciarse y reforzarse positivamente ante la sociedad española como una organización responsable con el MA, que promueve la protección ambiental y la prevención de la contaminación buscando asimismo un equilibrio con sus posibilidades económicas.

FECHA	VALOR SOCIAL	MEDIO AMBIENTE	PRINCIPIO
1900	PROGRESO/ TECNOLOGÍA	PARQUES O SANTUARIOS	ESTÉTICA
1960	CALIDAD DE VIDA= CONSUMO	TRATAMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN	BIENESTAR
2000	DESARROLLO SOSTENIBLE	PRESERVACIÓN	ÉTICA

Ilustración 2. Evolución del concepto de seguridad ambiental a lo largo del tiempo ().*

En el presente se están realizando estudios para prevenir en un futuro próximo conflictos que pudieran tener su origen en cuestiones medioambientales como el cambio climático, la eliminación de desechos radioactivos, la calidad y cantidad del agua, la gestión o distribución de los recursos naturales y la gestión de residuos. Se puede observar como el concepto de seguridad ha evolucionado reconociendo que los factores medioambientales influyen en los conflictos y la

² La AGM recibe la certificación medioambiental según la norma UNE-ISO 14001 de 2015
Fuente: https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Zaragoza/agm/Noticias/2019/2019-05.-Entrega_a_la_Academia_Certificado_Medioambiental.html

(*) *Evolución del concepto de seguridad ambiental a lo largo del tiempo*, disponible en <https://es.slideshare.net/ojo/evolucion-historica-de-la-educacin-ambiental>



estabilidad, por lo que trabajar por el cuidado de la naturaleza es también trabajar por la paz y la seguridad nacional e internacional.

Relación de legislación aplicable en la gestión de residuos en el territorio nacional ordenada en orden cronológico según la siguiente ilustración.

Evolución de la Legislación aplicable mas relevante
Directiva 107/97, de 2 de Junio del Ministro de Defensa sobre protección del medio ambiente en el ámbito del departamento.
Orientaciones para la Gestión de Residuos (Marzo 2001). Documento aprobado por el EME en marzo de 2001 y distribuido por el MALE a los MALRE,s en octubre de 2001.
UNE-EN ISO 14001 (en su versión en vigor), actualmente 2004. Sistemas de Gestión Medioambiental. Especificaciones y directrices para su aplicación.
Directiva 01/07 (EME / DIVILOG), de 9 de Abril de 2007, de Gestión de Residuos.
Instrucción 56/2011, de 3 de agosto del SEDEF sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa
Norma Particular. IGE. Medio Ambiente .En vigor.
Instrucción General XX/11 2011. NOP. IGE. XX/11. Sistema de Acuartelamiento.

Ilustración 3. Evolución de la legislación relevante sobre gestión de residuos. Elaboración propia.

2.2. Gestión de residuos.

Toda actividad humana que modifica la naturaleza genera deshechos y las consecuencias que la producción de éstos conlleva. A finales del siglo pasado la contaminación ha alcanzado unos niveles alarmantes haciendo que las naciones vean la necesidad de cooperar y tomar medidas.

Los principales problemas que se derivan de la contaminación son el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, el mal aprovechamiento de los recursos que son cada vez más escasos, así como el ineficaz tratamiento de los residuos que cada vez generan mayores consecuencias en los suelos, en el agua y en la atmósfera. Todo lo mencionado se acrecienta con el desmesurado aumento de la población en las últimas décadas[6] que ineludiblemente genera un

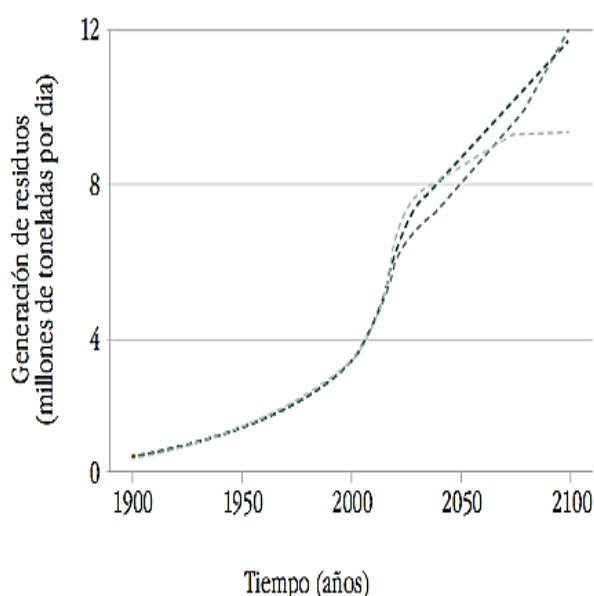


Ilustración 4. Previsión de la evolución de la generación de residuos.



gran aumento del consumo y por ende de la generación de residuos, haciendo de la gestión de residuos un tema de vital importancia³.

2.2.1. ¿Qué son los residuos?

No existe una única definición de residuo y haciendo una pequeña labor de investigación encontramos distintos autores que definen el término residuo visto desde diferentes maneras. Por ejemplo, para Luis Echarri “un residuo es: cualquier tipo de material que esté generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado.” Según la Real Academia de la Lengua un residuo es una sustancia u objeto cuyo poseedor desecha o tiene la intención o la obligación de desear.

	Miles de toneladas
Recogida de residuos urbanos	21.878,4
- Residuos mezclados	18.052,1
- Recogida separada	3.826,3
- Papel y cartón	1021,2
- Vidrio	797,9
- Envases mixtos y embalajes mezclados	611,8
Residuos generados en la industria	38.442,6
Residuos generados en la servicios	6.579,0
Residuos generados en la construcción	35.827,9
Residuos generados en el total de la economía	128.958,5

Ilustración 5. Residuos generados según el Instituto Nacional de estadística. [7]

Dicho esto, es interesante recalcar que en España cada ciudadano genera un promedio de 471 kilogramos de residuos al año[7] según el Instituto Nacional de Estadística, suponiendo al año 21.878,4 toneladas de residuos de los cuales solo reciclamos el 34,2%.

2.2.2. Gestión de los residuos en España.

La gestión de los residuos se ha centrado principalmente en enviarlos a vertederos para su almacenamiento o a plantas incineradoras. Esta solución no es sostenible por diversos motivos: plantea serios riesgos para el medio ambiente, los seres vivos y la salud de las personas; no reduce el consumo de recursos, materias primas y de energía; no actúa sobre la causa, el modelo de consumo, sino sobre la consecuencia, que son los residuos.

Hasta hace poco, el modelo de producción y consumo tenía, principalmente, forma lineal, es decir, una secuencia de etapas como la extracción de recursos, la producción, el consumo y el desecho de residuos, este modelo en el que se desechan los residuos es altamente contaminante ya que:

- Daña el agua de ríos y océanos mermando la calidad del agua potable.

³ Podemos apreciar en la *Ilustración 4* una previsión de la generación de residuos a nivel mundial desde el año 1900 hasta 2013, y 3 posibles escenarios que pronostican la generación de residuos hasta el 2100.[24]



- Daña el suelo reduciendo la calidad de las tierras y provocando desertización.
- Daña el aire, que se ensucia y provoca el calentamiento global del planeta.

La principal forma de combatir estos efectos es cambiar nuestro modelo de producción y de consumo; pasando de un modelo de economía lineal, a un modelo de economía circular.

Para ello, es necesario cambiar la mentalidad de empresas y consumidores, donde, por un lado, las empresas deben adoptar el diseño de productos según los principios de economía circular utilizando los residuos como materias primas y reduciendo los productos no reutilizables, siendo también muy importante la responsabilidad de los consumidores.

Este cambio en el proceso de economía lineal a circular⁴ también va de la mano de los ya mencionados anteriormente objetivos para el desarrollo sostenible, ya que tanto tendría un impacto positivo en buena parte de ellos, como en conseguir mejor calidad del agua y saneamiento, energías asequibles y no contaminantes, innovación en industria e infraestructura, ciudades y comunidades sostenibles, así como producción y consumo responsables.

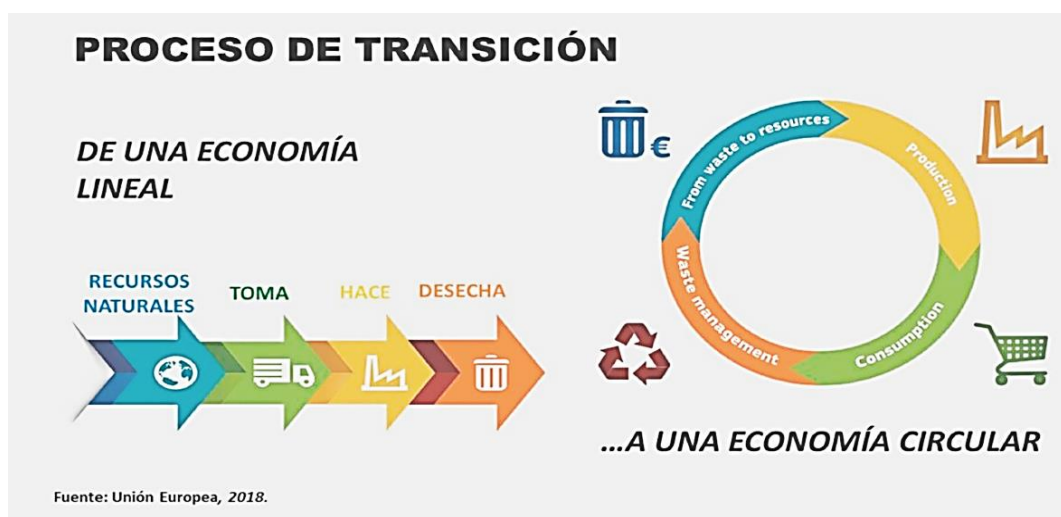


Ilustración 6. Proceso de transición de una economía lineal a una economía circular.

La economía circular pretende pasar de producir mucho a producir mejor, de forma que se puedan ahorrar materiales y aprovechar al máximo los residuos para volver a producir, cortando así la cadena de consumo desmesurado de materias primas que lleva a generar un impacto de grandes proporciones en el Medio ambiente, así como enormes emisiones de Gases de Efecto Invernadero a la atmósfera; los cuales son derivados de la extracción de las materias y su transformación en productos que posteriormente recibirán un solo uso para acabar en vertederos o plantas incineradoras, de los que no se obtendrá ningún beneficio, sino al contrario, más contaminación para la naturaleza.

Según la directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo[8] el primer objetivo de cualquier política en materia de residuos debe ser reducir al mínimo los efectos negativos de la generación y la gestión de los residuos para la salud humana y el medio ambiente. Dicha política, debe tener también por objeto reducir el uso de recursos y favorecer la aplicación práctica de la jerarquía de residuos.

⁴ En la Ilustración 6 podemos observar las fases que distinguen los distintos tipos de economía. Disponible en: <https://www.ciberpro.com/un-poco-de-historia/>



Además, acorde con esta misma directiva, con objeto de reducir la emisión de gases de efecto invernadero originados por la eliminación de residuos en vertederos, es importante facilitar la recogida separada y el tratamiento adecuado de los residuos orgánicos para producir compost⁵, seguro para el medio ambiente y otros materiales basados en los residuos orgánicos.

Por último, es necesario recalcar lo importante que es favorecer la valorización de los residuos y la utilización de materiales valorizados a fin de preservar los recursos naturales. La valorización se define por la directiva antes mencionada como:

- Operación cuyo resultado principal es que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular.
- Preparación del residuo para cumplir una función particular, en la instalación o en la economía en general.

2.3. La gestión de residuos dentro del Ejército de Tierra.

Dentro del ET, la gestión de residuos es tratada por diversos órganos, lo que hace que sea necesario definir una estructura general que, siendo compatible con su estructura actual, permita definir las responsabilidades y cometidos aplicables a cada organismo y nivel.

Siguiendo esta línea, es aceptado que los productores de residuos son las Unidades, Centros u Organismos (UCO,s), serán las Bases, Acuartelamientos o Establecimientos (BAE's) que las alojan, apoyadas por las unidades u Órganos de Servicio, las responsables de la gestión de dichos residuos hasta su cesión.

Con el objeto de conseguir una Gestión de Residuos eficaz en una BAE, las UCO,s colaborarán con las BAE,s, básicamente, aplicando las directrices e instrucciones que establezca el Órgano de la red de apoyo que corresponda. Para todos los efectos se considera que las BAE,s son las que mantienen las acciones externas necesarias hasta la cesión de los residuos y las responsables de cumplir las obligaciones que para productores y poseedores iniciales de residuos marca la Ley.

La gestión de los residuos el Ejército de Tierra es especialmente sensible en cuanto a las consecuencias que produce una mala gestión de estos, en gran parte, por ser el organismo que más residuos genera al contar con una elevada cantidad de personal y material en comparación con la Armada y el Ejército del Aire. Es por esto por lo que el Ejército de Tierra pone en práctica las conocidas “4R's”[9]: **Recoger**, **Reducir**, **Reutilizar** y **Reciclar**:



- Recogida selectiva en contenedores para tratamientos diferenciados.
- Reducir el volumen de los residuos que se emiten en origen.
- Reutilizar los residuos para otros usos diferentes al original.
- Reciclar los materiales para reducir el gasto en materias primas.

Algo muy específico de las Fuerzas Armadas es la gestión bajo criterios de eficiencia del material desmilitarizado. El objetivo es que el material que se dé de baja pueda recibir otros usos. En estos casos, se desarrolla un proceso integral y flexible, desde la detección de la necesidad a la puesta en servicio y fin de la vida útil del material y armamento. Este proceso es gestionado por cada Cuartel General. La baja de un determinado material al final de su vida operativa comprenderá todas las

⁵ El compost es el abono formado por la descomposición de residuos orgánicos, que posee un contenido equilibrado de sustancias nutrientes, microorganismos y minerales.



actividades para la desafección, depuración o desmilitarización y destrucción, cesión o enajenación de los recursos. El material al final de su ciclo de vida es llevado a un centro de tratamiento donde se extraen los sistemas de doble tecnología que pueden utilizarse mientras el resto se desguaza.

Por otro lado, los equipos que han alcanzado el fin de su vida operativa pueden ser objeto de demanda por un país para quien sea todavía económicamente rentable mantenerlo.

En cuanto a las operaciones que se aplican a la gestión de residuos en el ET[10] son la prevención, recogida, reciclado, valorización, eliminación y minimización:

- **Prevención.** Esta consiste en el conjunto de medidas que se aplican sobre una sustancia, material o producto para reducir la cantidad de residuos, incluso mediante reutilización de productos o alargamiento de la vida útil, reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados incluyendo el ahorro de materiales y de energía y reducir el contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.
- **Recogida.** Donde se realiza el acopio de los residuos incluida la clasificación y almacenamiento iniciales para su posterior transporte a la correspondiente instalación de tratamiento.
- **Reciclado.** Este es toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad.
- **Valorización:** Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general.
- **Eliminación:** Cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía.
- **Minimización.** Esta última no está definida en la legislación vigente, pero se considera una estrategia que tienda a reducir el volumen y la carga contaminante de los residuos. Con esta estrategia se pueden producir beneficios económicos tanto del menor costo de tratamiento, como del aprovechamiento de la fracción reducida. Además, constituye una obligación legal para todo productor de residuos según la Disposición adicional segunda del Real Decreto 952/97[11].

2.3.1. Estructura de la gestión de residuos en el Ejército de Tierra.

Para la gestión de residuos se necesita definir una estructura general que sea compatible con la estructura actual del Ejército de Tierra y que permita establecer responsabilidades y cometidos a cada organismo y nivel. Los productores de residuos son las Unidades, Centros u Organismos, pero son las Bases, Acuartelamientos o Establecimientos en las que se encuentran los responsables de la gestión de los residuos hasta su cesión con apoyo de las Unidades de Servicio.



Existen tres niveles ambientales con funciones específicas distintas asociadas a cada uno de ellos, los cuales se muestran en la siguiente ilustración y se definen posteriormente.



Ilustración 7. Niveles ambientales en la estructura de la gestión de residuos. [9]

El Tercer Nivel está constituido por la Inspección General del Ejército con la Dirección de Infraestructura, realiza tareas de dirección y coordinación de las SUIGE,s/DIAPER y sus BAE,s como productores y primeros poseedores de los residuos cuya gestión se quiere realizar.

El Segundo Nivel corresponde a la Subinspección General del Ejército y a la Dirección de Asistencia de Personal su misión es adecuar, facilitar y controlar el cumplimiento de las obligaciones que se derivan para una BAE como productora de residuos, así como el cumplimiento de las directrices dadas por el Tercer Nivel.

Por último, se encuentra el Primer Nivel. Los dos niveles mencionados anteriormente son de gestión administrativa y apoyo a este nivel, que se ubica en las BAE's y su función es realizar y controlar las operaciones que llevan a la retirada de los residuos generados por la propia BAE. La responsabilidad de la gestión de residuos a este nivel se resume en la planificación y ejecución de la identificación, clasificación y almacenamiento de los residuos, la retirada de las BAE's de los residuos que se puedan gestionar de forma directa y, por último, solicitar apoyo al nivel superior para retirar el resto de los residuos almacenados.

2.3.2. Proceso operativo de las BAE's para la gestión de residuos.

El proceso que desarrolla el ET[10] para una correcta gestión de los residuos generados en una BAE asigna una serie de acciones a ejecutar en función del nivel de responsabilidad. Dichas acciones se establecen para cada tipo de residuos y se ordenan en dos niveles básicos: gestión y ejecución.

El concepto de gestión es aplicable a aquellas operaciones previas a la entrega a un gestor de residuos que realice la BAE, (como el almacenamiento, clasificación, etiquetado cuando proceda y cesión, en su caso). La responsabilidad de la gestión siempre será de la BAE, en cumplimiento de la legislación medioambiental y en función de las órdenes recibidas de los organismos de nivel orgánico superior.

Para la ejecución de la gestión, las BAE's se apoyarán en las siguientes estructuras:



- **Servicios públicos**, siendo estos considerados los disponibles por los Municipios, Comunidades Autónomas o el Estado para el uso de los ciudadanos. En este sentido las BAE's de acuerdo con las condiciones establecidas por el órgano correspondiente utilizarán todos los servicios de recogida de residuos disponibles.
- **Medios propios o internos**, entendiéndose por estos los vehículos y cualquier medio mecánico utilizado, junto con sus conductores u operadores, pertenecientes a la BAE.

Esta recogida de residuos es consecuencia de la gestión interna realizada por la BAE para traslado a vertederos o instalaciones diversas para recogida de residuos (puntos limpios, etc.) o su tratamiento controlado, conforme a la legislación vigente.

El transporte se realiza de acuerdo con lo indicado por la legislación aplicable ya que en el caso de los residuos peligrosos son necesarios vehículos adaptados y autorizados, así como conductores acreditados para transporte de mercancías peligrosas de conformidad con el Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera y el Reglamento de Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera para las Fuerzas Armadas y la Guardia Civil.

- **Medios ajenos o externos**, siendo estos los vehículos y medios mecánicos utilizados y sus conductores u operadores que no pertenecen a la BAE y que son utilizados para la recogida de los residuos generados en la BAE. La gestión con estos medios corresponde a la BAE y la aplicación de este concepto incluye tanto los transportes realizados por gestores autorizados con sus propios vehículos, o subcontratados con otra entidad gestora de residuos como los realizados por otras unidades militares, tanto si son de Unidades de Apoyo Logístico como otras Unidades con fines de concentración y gestión conjunta.

2.3.3. Medios e instalaciones del ET.

Este apartado se refiere a los sistemas de recogida de residuos internos y a su almacenamiento temporal hasta su retirada. Los medios se materializan en la disponibilidad de contenedores específicos que permitan, además del almacenamiento temporal indicado, dar cumplimiento a la obligación de realizar en origen una recogida selectiva de los residuos. Las instalaciones se refieren a la necesidad de disponer fundamentalmente de puntos limpios para almacenamiento prolongado de los residuos peligrosos.

El mantenimiento y limpieza de los sistemas de almacenamiento y puntos limpios es responsabilidad de la BAE, utilizando con este fin medios propios⁶ o medios de que dispongan las empresas de retirada, incluyendo en estos últimos medios públicos.



Ilustración 8. Punto limpio perteneciente al Ejército de Tierra.

⁶ Como podemos observar en la *Ilustración 8*, este es un ejemplo de los puntos limpios presentes en los distintos acuartelamientos. El mostrado se encuentra en la base militar *El Empecinado* (Valladolid), disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Valladolid/empecinado/Medio_ambiente/index.html



2.4. Clasificación de los residuos en el ET.

Inicialmente para clasificar residuos deberemos establecer criterios para decidir que objeto, sustancia o producto es un residuo. Según la IT 10-13[10] de gestión de residuos del ET hablamos de residuos en los casos que a continuación se relacionan:

- Productos que no respondan a las normas.
- Productos caducados.
- Materias que se hayan vertido por accidente, que se hayan perdido o que hayan sufrido cualquier otro incidente, con inclusión del material, del equipo, etc., que se haya contaminado a causa del incidente en cuestión.
- Materias contaminantes o ensuciadas a causa de actividades voluntarias (por ejemplo, residuos de operaciones de limpieza, materiales de embalaje, contenedores, etc.).
- Elementos inutilizados (por ejemplo, baterías fuera de uso, catalizadores gastados, etc.).
- Deshechos de procesos industriales (por ejemplo, escorias, posos de destilación, etc.) o de procesos anticontaminación (por ejemplo, barros de lavado de gas, polvo de filtros de aire, filtros gastados, etc.).
- Productos de mecanización / acabado (por ejemplo, virutas de torneado o fresado, etc.).
- Materia contaminada (por ejemplo, aceite contaminado con PCB, etc.).
- Toda materia, sustancia o producto cuya utilización esté prohibida por la ley.
- Productos que no son de utilidad o que ya no tienen utilidad para el poseedor (por ejemplo, artículos desechados por la agricultura, los hogares, las oficinas, los almacenes, los talleres, etc.).
- Materias, sustancias o productos contaminados procedentes de actividades de regeneración de suelos.

Dicho esto, la clasificación de los residuos se puede llevar a cabo en función a distintos atributos, la clasificación más básica consiste en tres grupos: residuos domésticos, residuos comerciales y residuos industriales. Esta clasificación no resulta muy útil en este campo de estudio, si lo es clasificarlos de acuerdo con su peligrosidad, así como por su forma de gestión.

Atendiendo a su **peligrosidad** encontramos tres grandes grupos: residuos no peligrosos (RNP's), residuos peligrosos (RP's) y residuos inertes. De acuerdo con el artículo 3 e) de la Ley 22/2011, de 28 de julio [12], un RP es un residuo que presenta una o varias de las características peligrosas y aquel que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. En el **ANEXO A** se adjunta una tabla con los RP's que se producen en una BAE.

A continuación, los residuos no peligrosos son los no incluidos en la definición de peligrosos según RD 1481/2001, de 27 de diciembre[13].



Ilustración 9. Ejemplos de identificación de residuos peligrosos en el BZXVI. Elaboración propia.



Por último, encontramos los residuos inertes que son aquellos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no son biodegradables, no afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana.

En cuanto a la forma de gestión los residuos se dividen en residuos peligrosos, residuos domésticos y comerciales y, por último, los residuos con gestión específica, que se tratan mediante una legislación específica.

Establecida la clasificación de los residuos que se lleva a cabo en el Ejército de Tierra, este trabajo se centrará en residuos no peligrosos o inertes y que se gestionen como residuos domésticos o comerciales, ya que tanto los residuos peligrosos como los residuos de legislación específica tienen una forma de gestión legislada de forma muy precisa en la que las BAE's no toman parte sino en el almacenamiento hasta su posterior retirada de acuerdo a la Ley 22/2011 del 28 de julio[12] de residuos y suelos contaminados.

Los residuos no peligrosos que se producen en una BAE son muy diversos, pero los más habituales se adjuntan en la siguiente tabla, codificados en la medida de lo posible de acuerdo con la Lista Europea de Residuos (LER).

CÓDIGO LER	NOMBRE DEL RESIDUO	ORIGEN
20 01 02	Vidrio.	Lunas, Cocinas
20 01 01	Papel y cartón.	Oficinas
20 01 40	Chatarra férrea y otros metales	Talleres mecánicos
16 01 99	Repuestos viejos	Talleres mecánicos
20 01 38	Madera y serrín	Carpintería y almacenes
20 01 36	Residuos eléctricos y electrónicos.	Electricidad y oficinas
20 01 39	Plásticos (envases de plástico o envases	General (almacenes, cocinas, etc.)
15 01 02	compuestos).	
15 01 05		
15 01 (01 a 09)	Envases retornables.	Cocinas, Bares.
16 01 03	Neumáticos usados.	Talleres
20 01 08	Residuos orgánicos.	Cocina
20 03 01	Residuos municipales mezclados (poda, etc.).	BAE
15 01 05	Extintores vacíos	BAE
20 01 40	Aluminio.	Talleres
20 01 40	Latas.	Cocina
20 01 (10 y 11)	Ropa y textiles.	BAE
20 03 07	Mobiliario.	BAE
08 03 18	Cartuchos de tóner	Oficinas
20 01 08	Aceites comestibles.	Cocina
16 01 06	Vehículos fuera de uso	Talleres
17 01 07	Escombros	Obras

Tabla 1. Residuos no peligrosos más producidos en las BAE, s. Elaboración propia en base a IT 10/13.



2.5. Impacto de los residuos.

Para estudiar el impacto que generan los residuos es necesario introducir primero ciertos conceptos como el efecto invernadero⁷. El efecto invernadero está incorrectamente asociado a un proceso negativo, cuando en realidad, se trata del fenómeno natural que permite a nuestro planeta mantener las condiciones necesarias para albergar la vida.

La atmósfera captura algunos de los rayos del sol que llegan a la corteza terrestre, manteniéndolos dentro para conseguir una temperatura media de 15 grados. Si la atmósfera no atrapara ninguno de estos rayos que rebotan en la superficie, la temperatura media de la tierra sería aproximadamente de menos 20°C, lo que la haría inhabitable.

La atmósfera está compuesta por diversos gases naturales[14] siendo el Nitrógeno el Oxígeno y el Argón los que constituyen prácticamente la totalidad de la misma como se observa a continuación;

GASES ENCONTRADOS EN CANTIDADES FIJAS EN EL AIRE		
Nombre	Por volumen (%)	Por masa (%)
Nitrógeno	78,084	75,52
Oxígeno	20,946	23,14
Argón	0,934	1,3
Neón	$18,2 \times 10^{-4}$	$12,7 \times 10^{-4}$
Helio	$5,2 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-4}$
Criptón	$1,1 \times 10^{-4}$	$3,2 \times 10^{-4}$
Hidrógeno	$5,0 \times 10^{-5}$	$0,3 \times 10^{-5}$
Oxido nítrico	$3,0 \times 10^{-5}$	$4,6 \times 10^{-5}$
Xenón	$0,9 \times 10^{-5}$	$4,1 \times 10^{-5}$

Ilustración 10. Cantidades de gases en el aire.

Los tres gases ya mencionados suponen más del 99% del volumen total de gases en la atmósfera. Sin embargo, son otros gases como el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono, los que tienen una mayor incidencia en el efecto invernadero.

Además, en la atmósfera también están presentes gases artificiales, llamados clorofluorocarbono. En la proporción adecuada estos gases cumplen su cometido. Pero al aumentar su concentración por la acción del hombre, la atmósfera retiene más calor del necesario, provocando así el aumento de las temperaturas, el deshielo de los polos, la desertificación, incendios, tormentas e inundaciones, etc.

⁷ Calentamiento de la superficie terrestre y de las capas bajas de la atmósfera debido a un exceso de radiación solar, que, al no poder escapar hacia el exterior, queda atrapada y provoca un aumento progresivo de la temperatura. Fuente: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/efecto-invernadero>



Queda patente que los gases que producen un mayor impacto ambiental son el metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), el óxido de nitrógeno (N_2O) y los clorofluorocarbonos. Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI)[15] en España se emiten a la atmósfera los gases mencionados en la siguiente proporción:

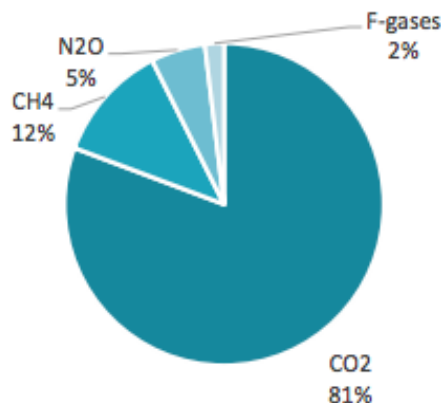


Ilustración 11. Proporción de gases que se emiten a la atmósfera en España. [15]

2.5.1. Kilogramos de CO_2 equivalentes

El siguiente indicador para entender el impacto ambiental son los Kilogramos de CO_2 equivalentes ya que, por ejemplo, el Inventario Nacional de GEI expresa todas sus cifras en términos de esta unidad (kg de CO_2 equivalentes). Éstas se calculan según los potenciales de calentamiento atmosférico vigentes y las metodologías de cálculo de emisiones aplicables del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)[16] y nos indica a cuanto CO_2 equivale llevar a cabo ciertas tareas, producir determinados productos, etc.

Ejemplificado, una tonelada de CO_2 es lo que produce un pasajero que va en un avión de ida y vuelta de Barcelona a Copenhague. Es lo que supone producir 1200 kg de pan o unos 100 kg de carne de vacuno.

Un europeo medio produce una tonelada de CO_2 en aproximadamente un mes, a razón de vestirse, desplazarse, alimentarse y calentarse. Asimismo, los GEI son convertidos a su valor equivalente en CO_2 ya que este es el gas que ha aumentado en mayor medida en la atmósfera a pesar de que el potencial de calentamiento de este es menor que el de otros gases como el metano.

2.5.2. Índice GWP

El GWP⁸ (global warming potential)[17] es una medida relativa que nos indica que capacidad de retener calor tiene un GEI en comparación con el CO_2 . Dicha medida puede ser calculada para 25, 50 o 100 años siendo esta última la más habitual. La importancia del GWP radica en que para hallar los Kilogramos equivalentes de CO_2 se una a la siguiente fórmula.

⁸ Medida relativa de cuánto calor puede ser atrapado por un determinado GEI.

Fuente: https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf



$$\text{Mása CO}_2 = \text{Mása del gas} * \text{GWP}$$

*Ilustración 12. Kg de CO₂ en función de la masa del gas y el GWP.
Elaboración propia.*

Anteriormente se expusieron los tres principales gases que generan efecto invernadero en la atmósfera y la proporción en la que se encuentran, el metano se encontraba en un 12% mientras el óxido de nitrógeno en un 5%, pero gracias al indicador GWP y a la fórmula anterior pondremos en perspectiva el impacto de cada gas.

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second Assessment Report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
Carbon dioxide	CO ₂	1	1	1
Methane	CH ₄	21	25	28
Nitrous oxide	N ₂ O	310	298	265

Ilustración 13. Relación de los valores de GWP de CO₂, N₂O, CH₄. [17]

Como se puede observar por cada Kg de metano el equivalente sería verter 28 kg de dióxido de carbono a la atmósfera. En el caso del óxido de nitrógeno esta diferencia es todavía más importante, por cada Kg de óxido de nitrógeno el equivalente son 265 Kg de dióxido de carbono.

2.5.3. La huella de carbono.

Por último, se introduce el término huella de carbono⁹, definida por el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico como “la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto a través de la actividad que desarrolla dicha organización.”. Esta se calcula inventariando todas las emisiones que produce una organización, un individuo, o un producto siguiendo normativas internacionales como el GreenHouse Gas Protocol[17] o la norma ISO 14064[18] entre otras.



Ilustración 14. Representación grafica de la huella de carbono

La huella de carbono es el indicador que engloba todo lo expuesto anteriormente y es el que nos permite simplificar los datos sobre el impacto que supone el consumo de productos, así como la posterior gestión de los residuos. Mediante el análisis de los ciclos de vida de los productos se puede discernir los kilogramos de CO₂ que se emiten a la atmósfera para cada material/producto.

⁹Ministerio para la Transición Ecológica. *HUELLA DE CARBONO DE UNA ORGANIZACIÓN*. Fuente: https://www.miteco.gob.es/images/es/huellacarbono_conceptosbasicos_tcm30-478999.pdf



2.5.4. Factores de equivalencia.

Para completar los cálculos se necesita conocer las equivalencias para poder obtener los Kilogramos de CO₂ equivalentes por cada Kilogramo de residuo.

Tabla 2. Factores de equivalencia de los residuos. Elaboración propia en base a datos del Gobierno de Canadá.

Residuos Orgánicos	
Papel y Cartón	2,42 kg CO2 Equivalentes
Plástico	6 kg CO2 Equivalentes
Vidrio	4,4 kg CO2 Equivalentes
Madera	1,7 kg CO2 Equivalentes
Aceite Vegetal	3,45 kg CO2 Equivalentes
Textil	50 kg CO2 Equivalentes
Neumáticos	3,14 kg CO2 Equivalentes

3. Resultados del Estudio.

A continuación, se exponen los datos de los residuos no peligrosos generados por una BAE, de modo que podamos poner en perspectiva los datos que se manejan y las cantidades que se producen al año, tomando como ejemplo los residuos generados por la Academia General Militar. Los datos son asimilables al resto de BAE's de España debido a la paridad que existe entre todos ellos, en cuanto a la generación de residuos, cambiando únicamente las cantidades en función de la cantidad de personal que aloja la BAE. La información facilitada por la AGM viene reflejada en el **ANEXO B**, tanto para RP,s como para los RNP,s.

Además, es importante recalcar que el estudio se realiza en base a los datos obtenidos durante los años 2017 y 2018, debido a la carencia de datos significativos el resto de años. Se observa una ligera disminución de los residuos generados en el 2018. Pero vemos que la tendencia, en cuanto a cantidad de residuos según el tipo, se mantiene, siendo los residuos orgánicos los más generados por una amplia diferencia, seguidos del papel/cartón y después los plásticos etc.

Tomando los parámetros facilitados por la oficina de medio ambiente de la Academia General Militar, reflejados en los gráficos anteriores, podemos calcular los Kilogramos de CO₂ equivalentes

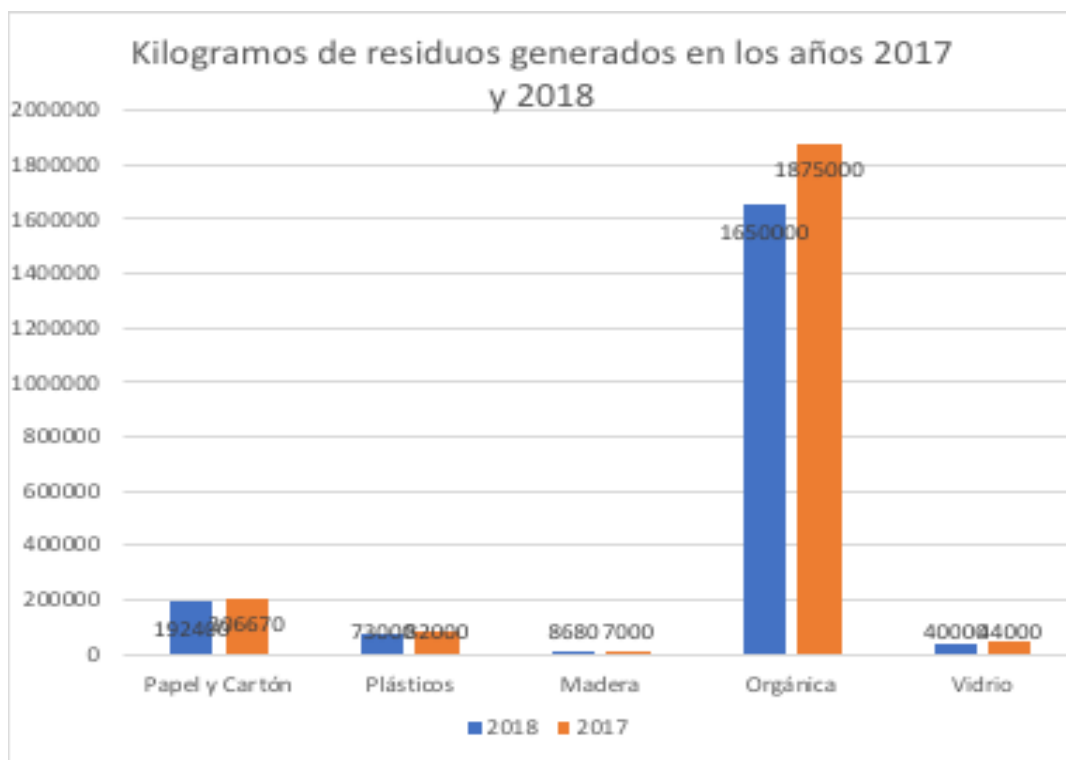


Ilustración 15. Residuos generados por la AGM. Años 2017 y 2018. Elaboración propia.

derivados de los residuos producidos por la misma en el período de un año.

En los mencionados gráficos se expusieron solo los residuos más relevantes. Seguidamente se amplían los datos de manera que podamos calcular la huella de carbono de la forma más precisa posible, tomando los datos más recientes que poseemos: los pertenecientes al año 2018.



Tipo de residuo	Kilogramos
Papel y cartón	192400
Plásticos	73000
Madera	8680
Orgánico	1650000
Vidrio	40000
Aceites vegetales	2844
Textil	3434
Neumáticos	945

Tabla 3. Masa de residuos generados por la AGM en 2018. Elaboración propia.

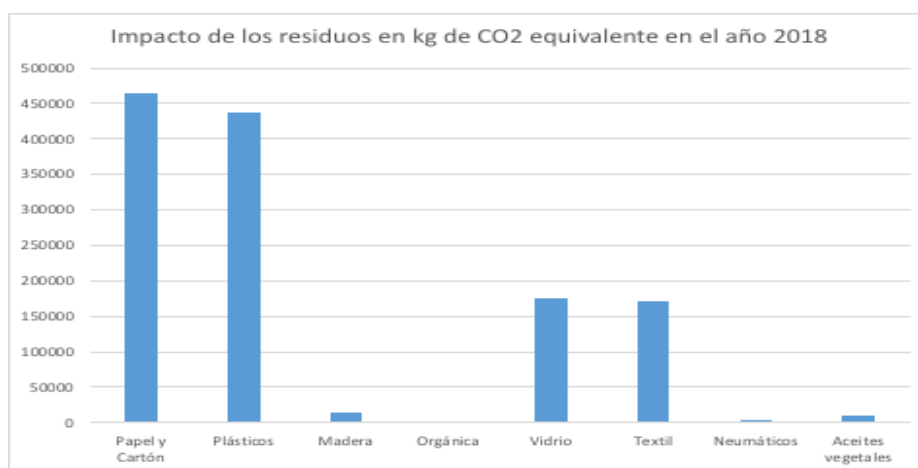


Ilustración 16. Impacto de los residuos generados en 2018 en la AGM en kilogramos de CO₂ equivalentes. Elaboración propia.

Para demostrar la paridad entre las BAE,s, se han estudiado a su vez los residuos generados por el Batallón de zapadores XVI (BZ XVI) en los años 2018 y 2019.

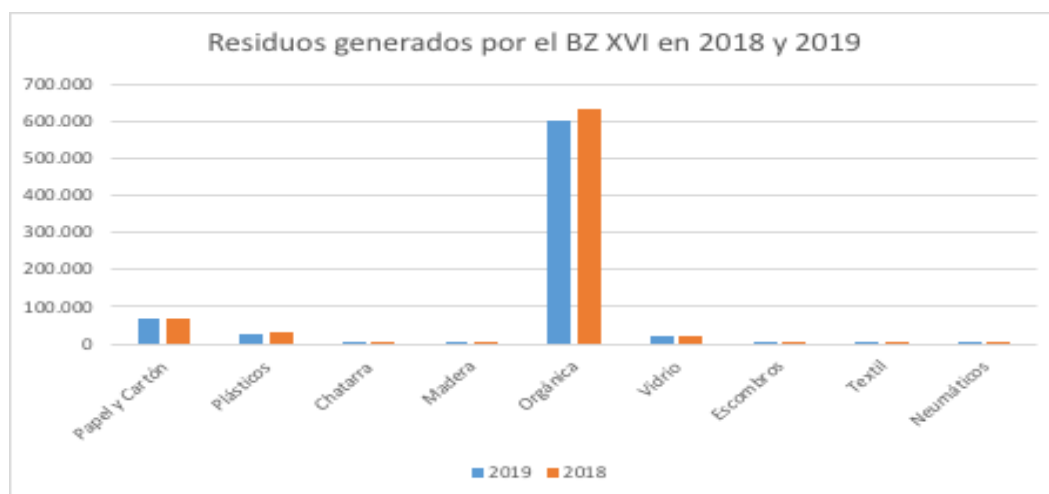


Ilustración 17. Residuos generados en el BZ XVI en los años 2018 y 2019. Elaboración propia.



Cómo podemos ver en el gráfico de barras, predominan los residuos orgánicos, seguidos por los residuos de papel/cartón, los plásticos y, ya en menores cantidades, el vidrio, textiles, neumáticos, etc.

Respecto al impacto en el medio ambiente, debido a que los tipos de residuos permanecen invariables, así como los factores de equivalencia tienen mismo valor, el procedimiento de obtención de CO₂ equivalente en función de la masa de los residuos no cambia, mostrándose los resultados en el anterior gráfico.

Analizando estos gráficos en comparación con los de la Academia General Militar se puede ver que se mantiene la tendencia de producción de residuos, con los tres grupos principales: orgánico, papel/cartón y plástico, en el mismo orden, cambiando únicamente la magnitud de las cifras. Esto es debido a que el BZ XVI alberga menos de la mitad del personal que alberga la AGM.

Además, es apreciable como la proporción de residuos orgánicos, a pesar de seguir siendo predominante con respecto a los demás al igual que en los datos de la AGM, es menor, esto es atribuible a que en la AGM los cadetes realizan más comidas dentro de la BAE, por el hecho de ser obligatorias, de las que realizan los militares que componen otras BAE's.

Por lo expuesto, es por lo que se asume como válida la generalización de que las BAE's producen generalmente residuos en las mismas proporciones, pudiéndose asimilar a los residuos que se producen en cualquier hogar, pero a una escala mucho mayor, variando las cifras de acuerdo con el número de militares que se alojen en la supuesta BAE.

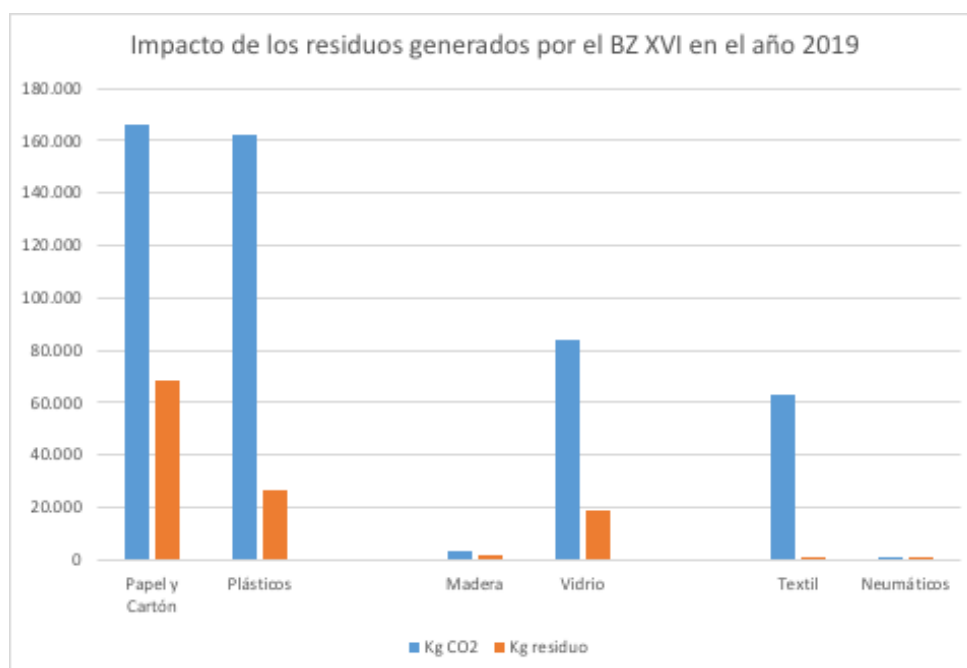


Ilustración 18. Impacto ambiental de los residuos generados por el BZ XVI en 2019 en kilogramos de CO₂ equivalentes. Elaboración propia.



Análisis de los resultados.

Inicialmente se ha expuesto la gran cantidad de kilogramos de residuos que se producen en una BAE, quedando fuera del estudio residuos de tipo escombros, enseres, restos de poda etc. Esta idea general queda modificada tras observar los gráficos anteriores, en los que queda patente que la medida de CO₂ equivalente asociada a los residuos, cambia de manera drástica el impacto que generan sobre el medio ambiente.

Por ejemplo, generándose más del doble de kilogramos de papel y de cartón que de plástico, el impacto ambiental en CO₂ vertido a la atmósfera es prácticamente el mismo. Es remarcable también el gran impacto ambiental que generan el vidrio y los textiles, tomando los datos de la AGM, se observa que emiten por encima de 170.000 kg de CO₂ mientras la masa de los residuos del orden de 40.000 kg y 3.400 kg respectivamente, siendo estos segundos especialmente llamativos ya que el factor de equivalencia de los textiles alcanza los 50 kilogramos de CO₂ por kilogramo de residuo.

Por otro lado, se ha omitido en este último gráfico la cantidad de CO₂ que generan los residuos orgánicos debido a que cada producto orgánico, tiene un factor de equivalencia diferente con valores muy dispares. No guardan ninguna similitud los valores de kilogramos de CO₂ equivalentes que obtenemos por un kilogramo de carne, en comparación con un kilogramo de avena.

Dicho esto, anteriormente se presentaron datos de la enorme cantidad de residuos orgánicos que se producen en comparación con los demás, ya que se producen casi nueve veces más residuos orgánicos que de papel y cartón, siendo estos los segundos más numerosos, y a pesar de que no podemos calcular un valor ajustado de CO₂ equivalente si sabemos que en España, la mayoría de los residuos, acaban en vertederos donde se envían 12 millones de toneladas de residuos al año, de los cuales aproximadamente la mitad son de origen orgánico.

A continuación, se muestra un extracto de la tabla resumen de emisiones de GEI del 2018 del Inventario Nacional de Emisiones de GEI:

FUENTES EMISORAS DE GEI Y SUMIDEROS	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (kt)						
5. Residuos		12.086,4	1.384,6				13.471,0
A. Depósito de residuos sólidos en vertederos		9.930,9					9.930,9
B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		380,2	256,7				637,0
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos		321,3	326,3				647,7
D. Tratamiento de aguas residuales		1.453,2	801,5				2.254,7
E. Otros		0,8					0,8

Ilustración 19. Extracto de la tabla resumen de emisiones GEI del Inventario Nacional de Emisiones.[15]

Suponiendo que por cada kilogramo de residuos orgánicos se generara un kilogramo de CO₂, suposición hecha de modo conservador ya que por ejemplo un kilogramo de carne genera 13,3 kilogramos de CO₂ equivalente, podemos hacernos una idea del gran impacto que generan en el medio ambiente.

Asimismo, estos vertederos tienen repercusiones muy negativas ya que suponen un peligro para la flora, fauna, la salud humana y se producen en algunos casos lixiviaciones derivadas de las reacciones químicas que en su interior se producen, filtrándose estos tóxicos a las aguas subterráneas generando una problemática aún mayor. Por otro lado, España cuenta con un gran número de vertederos ilegales¹⁰ que no cumplen con la directiva sobre tratamiento de los residuos y a continuación se muestra un mapa en el que se observa la localización de los que tienen una sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea por dicho incumplimiento[19].

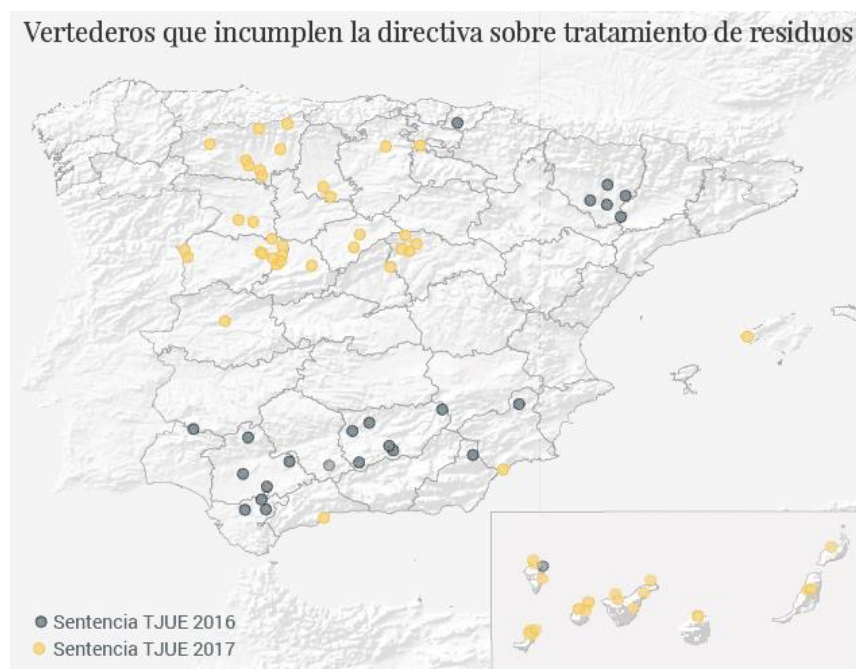


Ilustración 20. Localización de los vertederos ilegales en España con sentencia del Tribunal de Justicia de la UE por irregularidades. ()*

Por último, hay que mencionar que los residuos de tipo neumático, los aceites vegetales y los provenientes de la madera tienen un impacto de emisiones prácticamente insignificante en comparación con los expuestos anteriormente. Esto se debe a que no solo son los residuos que se generan en menor medida, sino también a que tienen un factor de equivalencia relativamente bajo, 1,7 kg de CO₂ por cada kg de madera, 3,45 kg de CO₂ por cada kg de aceite vegetal y 3,14 kg de CO₂ por kg de neumáticos mientras que el plástico genera 6kg de CO₂ por kg de residuo.

¹⁰ Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea por irregularidades en vertederos. Fuente:

<http://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?docid=174592&doclang=es>

(*) Localización de los vertederos ilegales en España con sentencia del Tribunal de Justicia de la UE por irregularidades. Disponible en https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2017-03-27/vertederos-ilegales-reciclaje-sentencia-europa_1353765/



4. Medidas Correctivas planteadas.

Como se ha expuesto a lo largo de la presente memoria, los residuos generan un gran impacto sobre el MA. A continuación, una representación gráfica de este impacto, donde podemos ver que supone el 4% del total que se genera según el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, muy por detrás del impacto generado por los transportes, la industria, la generación de energía eléctrica o la agricultura.

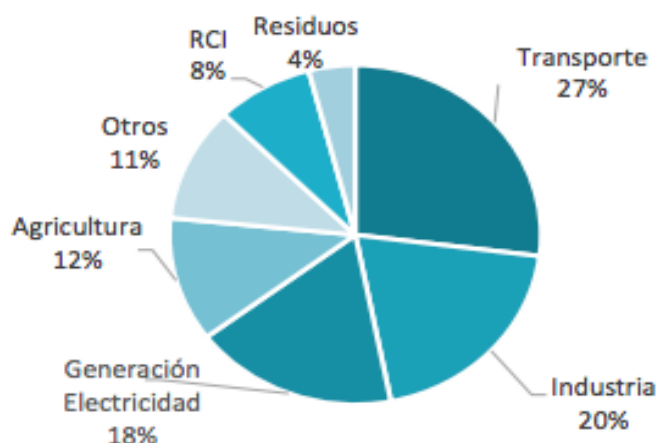


Ilustración 21. Emisiones de GEI por sector según el INE. [15]

No por ello se debe prestar menos atención a este problema, al contrario, se deben buscar soluciones y aspirar a un consumo responsable, una gestión de los residuos sostenible y aspirar a la idílica situación de residuo cero, en la cual todos los productos puedan ser reciclados y reaprovechados de manera que no se pierdan los recursos y se detenga la contaminación descontrolada del planeta. Seguidamente se expondrán posibles medidas correctivas a los residuos con mayor impacto ambiental por orden de importancia.

- Residuos orgánicos:

Como residuos más relevantes se encuentran los orgánicos debido a la gran cantidad que se genera en comparación con los demás. Hoy en día como ya se ha mencionado anteriormente la mayoría de los residuos orgánicos acaba en vertederos o incineradoras generando una enorme cantidad de contaminación, así como de GEI. La mejor solución de la que disponemos actualmente para reducir el impacto de estos residuos y sacar provecho de ellos es el compostaje[20]. Se amplía el proceso de compostaje en el **ANEXO C**. Este consiste en un proceso biológico aerobio mediante el cual, a partir de residuos orgánicos, obtenemos compost, que es empleado como abono y sustituto parcial o total de fertilizantes químicos. Las BAE's cercanas a Campos de Maniobras del ET podrían destinar zonas dentro de los mencionados campos para llevar a cabo el compostaje de sus residuos orgánicos, o al menos la parte proporcional que sean capaces de gestionar debido a que se trata de un proceso lento de aproximadamente tres meses. Los campos de maniobras en los que sería viable llevar a cabo zonas de compostaje son los siguientes:



CMT / CENAD	Área
San Gregorio (ZARAGOZA)	33.839 Ha
Chinchilla (ALBACETE)	14.500 Ha
El Palancar (HOYO DE MANZANARES)	1.900 Ha
San Clemente de Sasebas (GERONA)	1.700 Ha
El Teleno (LEÓN)	1.500 Ha
Los Alijares (TOLEDO)	1.549 Ha
Parga (LUGO)	141 Ha
Cerro Muriano (CÓRDOBA)	4.500 Ha
Renedo-Cabezón (VALLADOLID)	3.767 Ha
Álvarez de Sotomayor (ALMERÍA)	6.047 Ha
Médano del Loro (HUELVA)	257 Ha

Ilustración 22. Relación de CMT's y CENAD's en España junto a su área. Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Defensa.

Para llevar a cabo la iniciativa del compostaje se debería llevar a cabo la recogida selectiva de los residuos orgánicos en las BAE's ya que los residuos válidos se relacionan a continuación:

- Restos de fruta y verdura
- Restos de carne y pescado
- Cáscaras de huevo, de marisco y de frutos secos
- Otros restos de comida
- Restos de infusiones y posos de café
- Servilletas usadas, papel de cocina sucio y papel y cartón sucios de aceite sin freír o de restos de comida
- Tapones de corcho, cerillas y serrín
- Pequeños restos de jardinería: plantas, hojarasca, ramos de flores

Algunos ejemplos de residuos que no se incluirían para llevar a cabo el compostaje son revistas ilustradas o papel impreso a color, aceites fritos, pañales, compresas, excrementos, toallitas húmedas, colillas, polvo de barrer, pelo, etc. Este proceso podría ser implantado a medio/largo plazo ya que requeriría de personal formado para el mismo, así como una inversión inicial, pero puede ser llevado a cabo como se ha demostrado en municipios de las comunidades de Navarra, País Vasco Andalucía o Madrid en las que se ha llevado a cabo compostaje comunitario¹¹ entendiendo por este el tratamiento centralizado de residuos orgánicos por parte de un colectivo o comunidad. Con esta iniciativa el ET podría servir de ejemplo para la sociedad y hacerla extensiva a mayor escala, obteniendo una imagen muy positiva de cara a la sociedad, por no hablar de los beneficios medioambientales derivados de esta actividad entre los que se encuentran la preservación del suelo y las aguas subterráneas, evitar la gran cantidad de CH₄ que emiten a la atmósfera los vertederos así como los lixiviados tóxicos, prevención de la erosión y pérdida de vegetación, reduce la necesidad de pesticidas y fertilizantes, favorece la reforestación así como la revitalización de los hábitats de la fauna.

¹¹ Ejemplos de compostaje comunitario a nivel municipal. Fuente: <https://www.ecologistasenaccion.org/32025/experiencias-de-compostaje-comunitario-en-el-estado-espanol/#nb68-2>



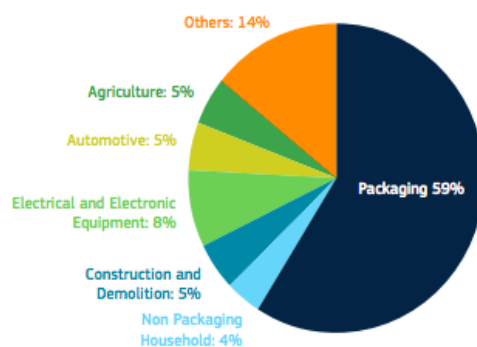
- **Residuos Plásticos:**

En los últimos 50 años la importancia de los plásticos en la economía y la vida diaria de las personas no ha parado de crecer. Se produjeron 322 millones de toneladas de plástico en 2015 según la Comisión Europea [21] se prevé que esta cifra se doble en los próximos 15 años. Los residuos plásticos tienen una gran importancia dentro del cuidado del medio ambiente por muchas razones, en los gráficos se puede observar que son el tercer residuo que más se produce en las BAE's pero tienen un gran impacto debido a su alto factor de equivalencia.

La mayoría del plástico está destinado a la creación de envases de un solo uso, lo que genera un problemática muy importante, ya que el porcentaje de reciclado de plástico en España se encuentra cercano al 30% [21], este porcentaje se pretende que se eleve pero la gestión de los residuos plásticos acarrea dificultades añadidas, pues se usan muchos tipos de plásticos distintos y pueden necesitar métodos de reciclaje diferente, la calidad del plástico reciclado es inferior¹³ a la calidad del material virgen y en algunas ocasiones el reciclado de ciertos plásticos resulta casi imposible porque aun existiendo la tecnología el proceso tiene un costo económico que no es asumible.

De acuerdo con la mencionada Comisión Europea las estrategias para reducir el impacto de los residuos plásticos se relacionan con adoptar una economía circular de los mismos, pasando por un mejor diseño de los productos plásticos que faciliten su reutilización, medidas para impulsar el reciclaje de estos y acciones para mejorar la separación de los plásticos y poder llevar a cabo una gestión más eficaz y eficiente. Las medidas previstas por la Unión Europea para los residuos se escapan del alcance de este trabajo, sin embargo, si hay acciones que podrían llevarse a cabo en las BAE's que redujeran la cantidad de residuos plásticos. Queda patente que la mayor parte del plástico que se genera proviene de embalajes y envases.

EU PLASTIC WASTE GENERATION IN 2015



Source: Eunomia (2017)

Ilustración 23. Usos del plástico en porcentajes de acuerdo con estudios de la UE en 2015. [21]

Es por ello por lo que aparentemente la mejor opción que tiene el ET de aportar en este ámbito es reducir la cantidad de productos que consumen que están embalados o envasados en plástico. Hoy en día es posible encontrar proveedores que ofrezcan los productos que más se consumen libres de

¹³Reducción de calidad del plástico reciclado. Fuente: <https://www.residuosprofesional.com/calidad-plastico-reciclado-obstaculo-uso/>



plásticos, ya sean botellas de agua, frutas y legumbres, objetos de papelería o cualquier otro producto.

Las medidas que deberían adoptar las BAE's son las que podría tomar cualquier familia en su domicilio, pero a una escala mucho mayor. Estas medidas pueden ser: eliminar el uso de pajitas de plástico en favor de las de papel, comprar los productos a granel para evitar envoltorios plásticos, apostar por envases de cartón o vidrio, utilizar cestos reutilizables en lugar de bolsas de plástico, etc. Como se ve, gran parte de la reducción del consumo de plástico pasa por la sustitución de este por el papel o cartón y el vidrio, cuyo impacto ambiental es un 40% y un 27% menor con respecto al plástico.

- **Residuos de papel y cartón:**

El papel y el cartón es el segundo tipo de residuo que más se genera en las BAE's pero debido a su bajo factor equivalente su impacto no es tan preocupante como es el caso del plástico. El impacto de este residuo se deriva de varios factores, en la industria para producirlo se consumen grandes cantidades de agua y energía, asimismo, la industria hace uso intensivo del transporte debido a la necesidad de mover grandes cantidades de producto. Para el blanqueo de la pasta que forma posteriormente el papel y el cartón se usa cloro, el cual es altamente contaminante para el MA y la salud humana. Como se observa en los gráficos se produce una gran cantidad de este residuo, pero a diferencia de los residuos plásticos y los residuos orgánicos, el papel y el cartón tiene una alta tasa de reciclaje. En su beneficio también está el hecho de ser dos tipos de residuos completamente biodegradables y que generan mucha menos contaminación y GEI que los plásticos. Asimismo, el cartón y el papel reciclados no pierden calidad¹⁴, cosa que si pasa con los plásticos y el precio del papel y el cartón reciclados es menor que el de los mismos productos previos al reciclaje[22]. Es por estas razones que a pesar de que estos residuos se generan en grandes cantidades y tienen impacto sobre el MA, suponen una mejor alternativa al plástico, pues tienen un impacto menor en el vertido a la atmósfera de GEI y su reciclaje es más fácil y económico. Esto genera la reducción de la tala de árboles favoreciendo la economía circular y protegiendo la flora que lleva a cabo una importante función transformando CO₂ en O₂.

- **Residuos de vidrio:**

El caso del vidrio es muy similar al del papel/cartón, es un tipo de residuo que sirve de ejemplo en cuanto a sostenibilidad y economía circular. La cadena de reciclado de vidrio es un círculo perfecto¹⁵ en el que los envases vuelven a la vida infinitas veces manteniendo sus propiedades originales, lo que evita la sobreexplotación y extracción de materias primas de la naturaleza, ya que el residuo puede ser reutilizado. Por otro lado, el proceso de producción con vidrio reciclado¹⁶ emite menores emisiones de GEI a la atmósfera debido a que la temperatura de fusión del vidrio reciclado es menor que la de la materia prima original generando un 53% menos de emisiones, por otro, también se produce un ahorro energético importante, en torno al 40%, ya que se elimina de la ecuación la extracción de las materias primas. Actualmente todas las BAE's cuentan con medios para la separación del vidrio y favorecer su posterior reciclado y es por todo lo expuesto por lo que las Unidades Centros u Organismos (UCO's) que habitan las BAE's deberían tratar de favorecer el consumo de productos de vidrio, intentando minimizar al máximo el uso del plástico.

¹⁴Mantenimiento de propiedades del papel/cartón reciclados. Fuente: <https://kartox.com/blog/embalaje-carton-respetuoso-medio-ambiente/>

¹⁵Reciclaje del vidrio. Fuente: <https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-vidrio/>

¹⁶Ahorro de emisiones y de energía mediante vidrio reciclado. Fuente <https://www.ecovidrio.es/reciclaje/medioambiente>



5. Conclusiones y líneas futuras.

5.1. Líneas futuras.

Una vez expuestas las posibles medidas correctivas que podrían ejecutarse para reducir los residuos generados por una BAE o para mitigar sus efectos negativos sobre el MA, se pretende introducir líneas futuras. A este respecto la aportación que se quiere implantar a medio/largo plazo no es otra sino el cálculo integral de la huella de carbono de las UCO's.

En esta memoria se ha expuesto el cálculo de la huella de carbono de los residuos de una manera general, usando factores de equivalencia muy generales, ya que existen múltiples tipos de plástico, así como de papel/cartón, que tienen un factor de equivalencia propio que haría variar los valores obtenidos, siendo esto extensible para todos los tipos de residuos. Actualmente los datos sobre residuos que pueden ser facilitados por las BAE's son del estilo de los presentados en este estudio, aportando valores de masa de residuos por tipos generales.

Para poder afinar en el cálculo de la huella de carbono se debería mejorar el seguimiento de la producción de residuos, de igual manera deberían mejorarse las instalaciones a fin de facilitar la separación de los residuos para su posterior cuantificación por tipos más específicos. Por otro lado, se debería diferenciar entre emisiones directas e indirectas, siendo las primeras emisiones de fuentes que o son propiedad o están controladas por la organización, mientras las segundas son emisiones derivadas de las actividades de la organización.

Una vez diferenciados los tipos de emisiones se deberían diferenciar tres alcances [23] para facilitar la detección de dichas emisiones:

- **Alcance 1:** emisiones directas de GEI. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad de o están controladas por la entidad en cuestión. También incluye las emisiones fugitivas (p.ej. fugas de aire acondicionado, fugas de CH₄ de conductos, etc.)
- **Alcance 2:** emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización.
- **Alcance 3:** otras emisiones indirectas. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son la extracción y producción de materiales que adquiere la organización, los viajes de trabajo a través de medios externos, el transporte de materias primas, de combustibles y de productos (por ejemplo, actividades logísticas) realizados por terceros o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros.

De esta manera el Ejército de Tierra (ET) y más concretamente las Unidades, Centros u Organismos (UCO's) serían capaces de llevar a cabo un control exhaustivo de su producción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) teniendo en cuenta todas las actividades estas, pudiendo adoptar soluciones a la medida de cada una, ya que no es posible dar solución a un problema que no se comprende. Esto situaría al ET en una posición a la vanguardia de la sensibilización con el cambio climático, reforzando la imagen positiva que tiene la sociedad española sobre el mismo., pero por encima de todo generaría un impacto positivo sobre el cambio climático por tratarse de una organización tan grande y visible.

5.2. Conclusiones.

Los países han admitido que el cambio climático supone una amenaza cada vez mayor y los efectos de este se empiezan a percibir en todos los continentes, ya sea debido a la subida del nivel del mar debido al deshielo del Ártico o a fenómenos meteorológicos severos. Como se expone al inicio del capítulo, la aportación de los residuos al cómputo global de las emisiones de GEI es



pequeña, un 4%, sin embargo, es necesario actuar en todos los ámbitos de modo que pueda controlarse la situación y que no siga aumentando la temperatura de la Tierra, con las consecuencias derivadas de ello.

Tras el estudio realizado se pueden sacar ciertas conclusiones. La primera es que las BAE's generan una gran cantidad de residuos orgánicos al año, estos residuos no son susceptibles de ser reducidos de ninguna manera sino reduciendo el consumo de productos orgánicos, lo cual no es una solución factible. Por ello en el caso de estos residuos se necesita encontrar una manera de valorizar los residuos y sacar provecho de ellos, evitando su almacenamiento en vertederos debido a las innumerables consecuencias negativas que estos tienen sobre el medio ambiente, así como su incineración, que no genera ningún rendimiento, pero sí más emisiones de GEI. La solución propuesta es el compostaje, que sí genera efectos positivos en el medio ambiente, aprovechando estos residuos y evitando más emisiones, de un modo relativamente sencillo y que puede ser implementado por el ET.

La segunda conclusión, es que el uso masivo del plástico supone consecuencias muy negativas sobre medio ambiente y sobre el cambio climático. Su uso no para de aumentar a pesar de las campañas de concienciación que se llevan a cabo por parte de gobiernos, organizaciones, activistas, etc. Este material lleva asociado un doble problema, por un lado, la mayoría de los productos de plástico están pensados para ser utilizados solo una vez, para convertirse posteriormente en residuos, y estos residuos plásticos son difíciles de reciclar para ser reutilizados, ya que pierden parte de sus características originales. Es por esto por lo que el plástico es un perfecto ejemplo de material que sigue una economía lineal no sostenible, y por lo que debe ser reducido. Como se ha expuesto anteriormente su reciclado y reutilización no son óptimas por lo que la solución principal es tratar de reducir su consumo. ¿Cómo se puede reducir su consumo? Consumiendo solo los productos plásticos imprescindibles, sustituyendo los demás por productos en base a papel/cartón o vidrio, los cuales sí que son óptimos para su reciclaje, y reutilización y fomentan la economía circular.



Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas, “Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible,” 2015. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>. [Accessed: 14-Jan-2020].
- [2] Ministerio de Defensa, “Directiva 107 / 97,” 1997.
- [3] Ministerio de Defensa, “Política Medioambiental del Ministerio de Defensa - Medio Ambiente,” 2011. [Online]. Available: <https://www.defensa.gob.es/medioambiente/formaciondivulgacion/politicaambiental/>. [Accessed: 12-Mar-2020].
- [4] Ministerio de Defensa, “Medio Ambiente,” 2014.
- [5] AENOR, “Certificación ISO 14001 gestión ambiental - AENOR,” *UNE-EN ISO 14001*, 2015. [Online]. Available: <https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/gestion-ambiental>. [Accessed: 07-Mar-2020].
- [6] Organización de las Naciones Unidas, “Población | Naciones Unidas,” 2019. [Online]. Available: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>. [Accessed: 12-Mar-2020].
- [7] Instituto Nacional de Estadística, “España en cifras 2019,” 2019. [Online]. Available: https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2019/9/#zoom=z. [Accessed: 18-Jan-2020].
- [8] Parlamento europeo, “DIRECTIVA 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO,” *Diario Oficial de la Unión Europea*, 2008. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:ES:PDF>. [Accessed: 10-Mar-2020].
- [9] C. Salvador and A. Picó, “Servir a España, cuidar la vida,” 2004.
- [10] Ejército de Tierra, “IT 10/13,” 2013.
- [11] Boletín Oficial del Estado, “Disposición adicional segunda del Real Decreto 952/97,” 1997.
- [12] Boletín Oficial del Estado, “Ley 22/2011,” 2011.
- [13] Boletín Oficial del Estado, “Real Decreto 1481/2001,” 2001.
- [14] Ambientum, “Composición de la atmósfera - Enciclopedia Medioambiental,” *Composición de la atmósfera*, 2020. [Online]. Available: https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/atmosfera/composicion-de-la-atmosfera.asp. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [15] Ministerio para la Transición Ecológica, “Inventario Nacional de Emisiones a la



Atmósfera,” 2020.

- [16] IPCC, “2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories — IPCC,” 2019. [Online]. Available: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [17] Greenhouse Gas Protocol, “Global Warming Potential Values.”
- [18] ISO, “ISO 14064-1:2018(es), Gases de efecto invernadero — Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero,” 2018. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [19] Tribunal de Justicia, “Sentencia Tribunal de Justicia,” 2016. [Online]. Available: <http://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?docid=174592&doclang=es>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [20] Ministerio para la Transición Ecológica, “Sistemas de tratamiento,” *Sistemas de tratamiento: Valorización y reciclaje material*. [Online]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-tratamiento/Tratamientos-biologicos-compostaje.aspx>. [Accessed: 07-Mar-2020].
- [21] Comisión Europea, “ES,” 2018.
- [22] Kartox, “El embalaje de cartón, respetuoso con el medio ambiente — Cuaderno, el blog de Kartox,” 2016. [Online]. Available: <https://kartox.com/blog/embalaje-carton-respetuoso-medio-ambiente/>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [23] Ministerio para la Transición Ecológica, “Guía para el cálculo de la huella de carbono,” 2017.
- [24] Hernandez flechas, Sandra; Corredor Gonzalez, Luz Rocío. *Reflexiones sobre la importancia economica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI*. 2016.



ANEXOS

ANEXO A Relación de posibles RP's que pueden generarse en una BAE

RESIDUOS PELIGROSOS		
CÓDIGO LER	Nombre del Residuo	ORIGEN
15 01 10*	Envases contaminados (botes de pintura, colas, pegamentos y productos limpiadores).	Talleres y almacén de productos peligrosos.
14 06 03*	Disolventes no halogenados.	Talleres.
14 06 02*	Disolventes halogenados.	Talleres.
08 01 11*	Pinturas o barnices que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	Taller de pintura y otros.
08 01 17*	Decapantes (conteniendo disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas).	Taller de pintura y otros.
16 06 01* 16 06 02*	Baterías con plomo y Ni-Cd.	Vehículos.
16 06 03*	Pilas con mercurio.	BAE.
13 01 (09* a 13*)	Aceites usados y valvulina.	Talleres y vehículos.
16 01 13*	Líquidos de frenos.	Talleres y vehículos.
13 02 (04* a 06*)	Fluidos de transmisión.	Talleres y vehículos.
12 01 (08* y 09*)	Taladrinas.	Talleres y vehículos.
12 01 12*	Grasas.	Talleres.
16 01 14*	Anticongelante.	Talleres.
15 02 02*	Cartones, papeles y otros materiales impregnados con pinturas.	Taller de pintura y otros.
15 02 02*	Filtros de aire de cabinas de pinturas.	Cabinas de pintado.



14 06 02*	Limpiador de piezas (líquido turco).	Lavaderos de piezas.
08 01 13*	Lodos de limpieza de máquinas dosificadoras de pintura.	Apoyo a instalaciones y talleres de pintura.
12 01 16*	Polvos abrasivos procedentes de granallado y chorreado.	Talleres.
13 07 01*	Restos de gasoil o fuel óleo.	Taller de motores y conjuntos y gasolineras.
13 07 02*	Restos de gasolina.	
15 02 02*	Absorbentes y otros materiales impregnados de aceite – taladrina.	Talleres.
15 02 02*	Filtros de aceite y gasoil.	Talleres.
16 01 07*		
20 01 21*	Tubos fluorescentes.	Sección de apoyo a instalaciones.
11 01 05*	Baños de decapado ácido.	Talleres.
13 05 02*	Residuos de lavadero.	Lavadero de vehículos y máquinas, de motores, de materiales o piezas y recogida de pluviales de zonas de aparcamiento de vehículos previo a su reparación.
13 05 07*	Agua aceitosa procedente de separadores de grasas.	
16 01 11*	Zapatillas de frenos con amianto.	Almacén y talleres de vehículos.
16 01 21*	Discos de embrague con amianto.	
16 02 13*	Equipos eléctricos y electrónicos desechados que contienen componentes	Dependencias, talleres, expedientes de baja, etc.
	peligrosos	
10 02 13*	Toner de impresoras que contienen sustancias peligrosas.	Dependencias.

**ANEXO B. Datos proporcionados por la AGM como apoyo para la realización de este trabajo.****Datos 2018:**

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS																
LER	140 602	080 317	200 135	150 110	150 110	130 204	130 701	160 107	160.114,00	200 121	180 103	180 202	160 601	080 111	160 506	140 603
FECHA	Disolvente halogenado (Percloroetileno)	Tóner	RAEE,s	Envases Metálicos	Envases Plásticos Contaminados	Acetate mineral de motor y lubricantes	Combustibles hidrocarburos fuel oil y gasoleo	Filtros de aceite	Anticongelantes	Fluorescentes	Biosanitarios + Cortantes y punzantes	Biosanitarios de origen animal	Baterías de plomo	Pintura y barniz	Productos Químicos caducados	Otros disolventes y mezclas
MEDIDAS	LITROS	KGS	KGS	KGS	KGS	LITROS	LITROS	KGS	LITROS	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	LITROS	LITROS
05/01/18											6					
12/02/18											5	5				
12/03/18												4				
14MAY										61						
14/05/18											5					
1ª RP,s MAY18			469	93	291	400	113						439	246	34	
11/06/18											7					
09/07/18											8					
14AGO										66						
05/10/18											6	6				
2ª RP,s OCT18	60	225	950	50	310	560		90	190						225	
16NOV											5					
11DIC											5					
	60	225	1.419	143	601	960		90	190	127	47	15	439	246	259	0
AR/PP-4644/2017	200	300	1000	50	700	1000		400	200	400	50	100	1000	500	200	200



GESTIÓN DE RESIDUOS EN PEQUEÑAS UNIDADES DE LA FUERZA DEL ET



RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS															
LER	150 101	200 139	120 104	150 103									160 603		18 01 03
FECHA	Papel y Cartón	Plásticos	Chatarra	Madera	Orgánica	Vidrio	Aceites vegetales	Heces/Orina de Cuadras	Escombros	Poda	Textil	Neumáticos	Pilas	Enseres	Urianálisis
RECOGIDA	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	LITROS	m3	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS
Enero										5.500					
13MAR								200							84
30ABR															64
4MAY												945			
14 y 15MAY								200							
21 y 22MAY								350							
1ª RP,s MAY18													234		
4JUN														400	56
20JUN									5.240						
30JUL															73
05/10/18													100		98
11DIC															82
FCC	180.000														
	12.400		3.820	8.680			2.844				3.434				
	192.400	73.000	3.820	8.680	1.650.000	40.000	2.844	750	5.240	5.500	3.434	945	334	400	457
AR/PP-4644/2017													30		



GESTIÓN DE RESIDUOS EN PEQUEÑAS UNIDADES DE LA FUERZA DEL ET



Datos 2017:

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS															
LER	150 101	200 139	120 104	150 103									160 603		
FECHA	Papel y Cartón	Plásticos	Chatarra	Madera	Organica	Vidrio	Aceites vegetales	Estiercol	Escombros	Poda	Textil	Neumaticos	Pilas	Enseres	Pellet
RECOGIDA	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	LITROS	m3	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS
16-03-17								325,00							
30-03-17												820,00			
24-05-17														360	
06-07-17								250							
07-07-17								100							
09-08-17													268		
Mensual							1960								75.600
SEP											155				
OCT								300			183				
DIC											154				
06-11-17								100							
08-11-17								85							
10-11-17													174		
	206670	82000	3940	7000	1875000	44000	1960	1060	35620	3000	492	820	442	360	75600
AR/PP-4844/2017													30		



GESTIÓN DE RESIDUOS EN PEQUEÑAS UNIDADES DE LA FUERZA DEL ET



RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS																	
LER	140 602	080 317	200 135	150 110	150 110	130 204	160 107	160 506	200 121	180 103	180 202	160 601	080 111	160 506	140 603	150 202	150 111
FECHA	Disolvente halogenado (Percloroetileno)	Tóner	RAEE,s	Envases Metálicos	Envases Plásticos Contaminados	Acetate mineral de motor y lubricantes	Filtros de aceite	Anticongelantes	Fluorescentes	Biosanitarios + Cortantes y punzantes	Biosanitarios de origen animal	Baterías de plomo	Pintura y barniz	Productos Químicos caducados	Otros disolventes y mezclas	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados	Aerosoles
MEDIDAS	LITROS	KGS	KGS	KGS	KGS	LITROS	KGS	LITROS	KGS	KGS	KGS	KGS	KGS	LITROS	LITROS	KGS	KGS
17/1/17										4	4						
16/2/17						900,00											
21/2/17										5	5						
21/3/17										4	4						
23/5/17										3							
29/5/17										1	8						
9/6/17									101,33								
9/8/17	84	115	1418	145	364		129			5				161		451,00	7,00
13/9/17										3	4						
11/10/17										4	4						
10/11/17	92	100	975	45	178	300			98							38,00	
13/11/17										6	4						
11/12/17										4	4						
	176	215	2393		542	1200	129	0	199	39	37	0	0	161	0	489	7
AR/PP-4644/2017	200	300	1000	50	700	1000	400	200	400	50	100	1000	500	200	200	400	



ANEXO C: Etapas del compostaje y principales sistemas de compostaje.



Los principales sistemas de compostaje / bioestabilización son los siguientes:

- o Pilas.
- o Túneles de compostaje.
- o Tambores de compostaje.
- o Compostaje en nave cerrada con volteo automático.
- o Estabilización en trincheras.

- **Compostaje en pilas:** El objetivo de este método de compostaje es aprovechar los residuos agropecuarios, restos de poda, deshechos de cocina de la manera mas fácil posible, ya que solo se necesita apilar los residuos y mantener cierta aireación.
- **Túneles de compostaje:** Este procedimiento necesita de instalación, suministro y montaje de maquinaria, tecnología de aireación y purificación del aire. Genera grandes ventajas ya que reduce los tiempos del proceso, pero tiene un alto coste económico.
- **Tambores de compostaje:** Método de compostaje para llevar a cabo a pequeña o a gran escala, reduce lo tiempos de compostaje debido al sistema de aireación y homogenización.
- **Compostaje en nave cerrada:** Se lleva a cabo el compostaje en una instalación en la que se encuentra todo lo necesario para la recepción de los residuos, su descarga, trituración, almacenamiento para el tratamiento y almacenamiento del producto final. Este método conlleva un gran gasto económico.
- **Estabilización en trincheras:** Al igual que el compostaje en nave cerrada, este procedimiento es altamente especializado y requiere de instalaciones muy preparadas y con un alto coste asociado.